



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

PERIODOS DE DESCANSO Y FERTILIZACIÓN DE LA MEZCLA
FORRAJERA *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* EN LA
ÉPOCA SECA

AUTOR: VERA GANCHOZO JOSÉ LUIS

DIRECTOR: GÓMEZ MENDOZA GELACIO ANTONIO

SANTO DOMINGO

2017



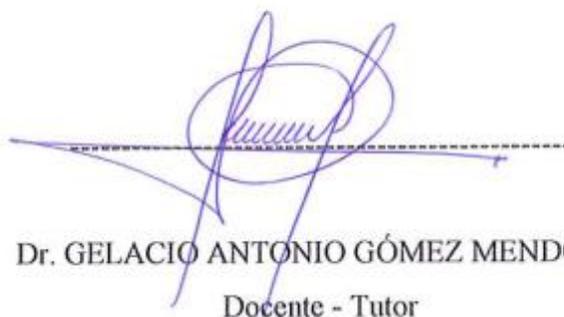
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
EXTENSIÓN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**

CERTIFICADO

Certifico que el trabajo de titulación, “PERIODOS DE DESCANSO Y FERTILIZACIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* EN LA ÉPOCA SECA” realizado por el señor JOSÉ LUIS VERA GANCHOZO, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio y que cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo que me permito acreditarlo y autorizar al señor JOSÉ LUIS VERA GANCHOZO para que lo sustente públicamente.

Santo domingo, martes 28 de noviembre del 2017

Atentamente,



Dr. GELACIO ANTONIO GÓMEZ MENDOZA
Docente - Tutor



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
EXTENSIÓN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**

AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, JOSÉ LUIS VERA GANCHOZO, con cédula de identidad N° 1311549792, declaro que este trabajo de titulación “PERIODOS DE DESCANSO Y FERTILIZACIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* EN LA ÉPOCA SECA” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo domingo, martes 28 de noviembre del 2017

Atentamente,

JOSÉ LUIS VERA GANCHOZO

1311549792



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA
AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
EXTENSIÓN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS**

AUTORIZACIÓN

Yo, JOSÉ LUIS VERA GANCHOZO, con cédula de identidad N° 1311549792, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “PERIODOS DE DESCANSO Y FERTILIZACIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* EN LA ÉPOCA SECA” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo domingo, martes 28 de noviembre del 2017

Atentamente,

JOSÉ LUIS VERA GANCHOZO

1311549792

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser la fuerza motriz de mi vida, a mi madre por su extraordinario esfuerzo por sacar adelante a sus hijos, a la familia Cuadrado Berrones por ser como una segunda familia para mí, a la Srta. Karen Cuadrado por ser un apoyo incondicional, al Dr. Gelacio Gómez por su ayuda en la realización de este proyecto y a cada una de esas personas que directa o indirectamente han contribuido de alguna forma en mi formación personal y profesional durante este tiempo. A todos, los llevaré presente en mi memoria ¡Mil Gracias!

INDICE

CARÁTULA	
CERTIFICADO TUTOR.....	ii
AUTORIA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN BIBLIOTECA VIRTUAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	vi
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. TEMA.....	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. OBJETIVOS.....	3
3.1. GENERAL	3
3.2. ESPECÍFICOS	3
IV. HIPÓTESIS	4
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
5.1. PASTURAS	4
5.1.1. <i>Crecimiento y Desarrollo</i>	4
5.1.2. <i>Rendimiento</i>	5
5.1.3. <i>Fertilización de Pasturas</i>	7
5.1.4. <i>Efectos del Pastoreo</i>	7
5.1.5. <i>Período de Descanso</i>	9
5.1.6. <i>Valor Nutritivo</i>	9
5.1.7. <i>Consumo y Requerimientos de los Bovinos</i>	10
5.1.8. <i>Pérdidas por Rechazo</i>	11
5.2. EVALUACIÓN DE PASTURAS	11
5.2.1. <i>Cantidad de Forraje Disponible</i>	12
5.2.2. <i>Calidad Nutricional del Forraje</i>	13
5.3. PASTO BRIZANTHA (<i>BRIACHIARIA BRIZANTHA</i>).....	13
5.3.1. <i>Clasificación Taxonómica</i>	14
5.3.2. <i>Adaptación</i>	14
5.3.3. <i>Establecimiento</i>	15
5.3.4. <i>Asociación</i>	15
5.3.5. <i>Aprovechamiento</i>	15
5.3.6. <i>Manejo</i>	16
5.3.7. <i>Rendimiento</i>	16
5.3.8. <i>Periodo de Descanso de Brizantha</i>	17
5.3.9. <i>Requerimientos Nutricionales</i>	18
5.3.10. <i>Plagas y Enfermedades</i>	18
5.3.11. <i>Cultivares avanzados</i>	18
5.4. KUDZÚ (<i>PUERARIA PHASEOLOIDES</i>)	19
5.4.1. <i>Clasificación Taxonómica</i>	19

5.4.2.	<i>Adaptación</i>	20
5.4.3.	<i>Establecimiento</i>	20
5.4.4.	<i>Asociación</i>	20
5.4.5.	<i>Aprovechamiento</i>	21
5.4.6.	<i>Manejo</i>	21
5.4.7.	<i>Rendimiento</i>	21
5.4.8.	<i>Requerimientos Nutricionales</i>	22
5.4.9.	<i>Palatabilidad</i>	23
5.4.10.	<i>Plagas y Enfermedades</i>	23
5.4.11.	<i>Cultivares Avanzados</i>	23
5.5.	INVESTIGACIONES PREVIAS DE LA ASOCIACIÓN DE BRIZANTHA CON PUERARIA	23
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1.	UBICACIÓN	25
6.1.1.	<i>Ubicación Política</i>	25
6.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	26
6.1.3.	<i>Ubicación Ecológica</i>	26
6.1.4.	<i>Clasificación Climática de Köppen</i>	27
6.2.	MATERIALES	27
6.2.1.	<i>Material Experimental</i>	27
6.2.2.	<i>Materiales de Campo</i>	27
6.2.3.	<i>Material de Oficina</i>	27
6.3.	MÉTODOS	28
6.3.1.	<i>Diseño Experimental</i>	28
6.3.2.	<i>Análisis Estadístico</i>	32
6.3.3.	<i>Contrastes ortogonales</i>	34
6.3.4.	<i>Variables a Medir</i>	34
6.3.5.	<i>Métodos Específicos del Manejo del Ensayo</i>	36
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
7.1.	PRECIPITACIÓN DURANTE EL ENSAYO	39
7.2.	ALTURA DE PLANTA	40
7.3.	MATERIA VERDE	44
7.4.	PORCENTAJE DE MATERIA SECA	49
7.5.	PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA	51
VIII.	CONCLUSIONES	56
IX.	RECOMENDACIONES	57
X.	BIBLIOGRAFÍA	58

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	<i>Requerimientos nutricionales de una vaca de doble propósito</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Requerimientos nutricionales de un torete cebuino de 300 kg de peso</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Producción de materia seca de B. brizantha cultivar Marandú.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Composición química de heno de Brachiaria spp. A diferentes edades de cosecha.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Extracción de nutrientes de Brachiaria spp.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 6</i>	<i>Calidad forrajera del Kudzú tropical manejado como banco de proteína..</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7</i>	<i>Requerimientos nutricionales de las leguminosas forrajeras en base al análisis de suelos</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 8</i>	<i>Descripción de los factores de investigación y sus niveles.....</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 9</i>	<i>Descripción de los tratamientos.....</i>	<i>296</i>
<i>Tabla 10</i>	<i>Disposición de las unidades experimentales en el área de ensayo.....</i>	<i>318</i>
<i>Tabla 11</i>	<i>Esquema del análisis de varianza</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 12</i>	<i>Resultado del análisis de suelo</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 13</i>	<i>Dosis de nutriente en base al requerimiento y al análisis de suelos</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 14</i>	<i>Dosis de fertilizante por parcela de acuerdo a los tratamientos y a las fuentes</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 15</i>	<i>Análisis de varianza para la variable altura de planta</i>	<i>407</i>
<i>Tabla 16</i>	<i>Análisis de varianza para la variable materia verde.....</i>	<i>441</i>
<i>Tabla 17</i>	<i>Análisis de varianza para la variable porcentaje de materia seca.....</i>	<i>496</i>
<i>Tabla 18</i>	<i>Análisis de varianza para la variable porcentaje de proteína cruda</i>	
		<i>518</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	<i>Ubicación geográfica de la zona de estudio.....</i>	<i>263</i>
<i>Figura 2.</i>	<i>Precipitación caída durante los meses del ensayo del año 2016.....</i>	<i>396</i>
<i>Figura 3.</i>	<i>Prueba de Tukey de la interacción de los factores para la variable altura 418</i>	
<i>Figura 4.</i>	<i>Contraste ortogonal entre los tratamientos sin fertilización versus el resto de tratamientos para la variable altura de planta.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 5.</i>	<i>Contraste ortogonal entre los tratamientos con 25% y 50% de fertilización versus los tratamientos con 100% y 150% de fertilización para la variable altura de planta.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 6.</i>	<i>Regresión lineal del porcentaje de fertilización para la variable altura de planta</i>	<i>430</i>
<i>Figura 7.</i>	<i>Prueba de Tukey de la interacción de los factores de investigación para la variable materia verde</i>	<i>452</i>
<i>Figura 8.</i>	<i>Contraste ortogonal entre los tratamientos sin fertilización, versus el resto de tratamientos para la variable materia verde</i>	<i>463</i>
<i>Figura 9.</i>	<i>Contraste ortogonal entre los tratamientos con 25% y 50% de fertilización versus los tratamientos con 100% y 150% de fertilización para la variable materia verde</i>	<i>474</i>
<i>Figura 10.</i>	<i>Regresión lineal del porcentaje de fertilización para la variable materia verde.....</i>	<i>485</i>
<i>Figura 11.</i>	<i>Prueba de Tukey de la interacción de los factores de investigación para la variable porcentaje de materia seca.....</i>	<i>507</i>
<i>Figura 12.</i>	<i>Prueba de Tukey de la interacción de los factores de investigación para la variable porcentaje de proteína cruda.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13.</i>	<i>Contraste ortogonal entre los tratamientos sin fertilización versus el resto de tratamientos para la variable porcentaje de proteína cruda.....</i>	<i>530</i>
<i>Figura 14.</i>	<i>Contraste ortogonal entre los tratamientos con 25% y 50% de fertilización versus los tratamientos con 100% y 150% de fertilización para la variable porcentaje de proteína cruda.....</i>	<i>541</i>
<i>Figura 15.</i>	<i>Regresión lineal del porcentaje de fertilización para la variable porcentaje de proteína cruda.....</i>	<i>552</i>

RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación en una mezcla forrajera de *Brachiaria brizantha* y *Pueraria phaseoloides* ya establecida cuyo objetivo general fue: “Evaluar dos periodos de descanso y cinco niveles de fertilización sobre la producción de esta mezcla en la época seca”. Los periodos de descanso fueron 21 y 35 días y los porcentajes de fertilización fueron de 25, 50, 100 y 150% basados en un requerimiento de 230 kg/ha de nitrógeno, 53 kg/ha de fósforo y 252 kg/ha de potasio. Se establecieron 10 tratamientos con cuatro repeticiones ordenados en un diseño de bloques completos al azar que fueron evaluados en cuatro variables: altura de pasto, materia verde, porcentaje de materia seca y porcentaje de proteína cruda. La altura se midió desde la base de la planta hasta la hoja más alta sin contar la inflorescencia, la materia verde se determinó por el método del cuadrante y la materia seca y proteína cruda se evaluaron en un laboratorio para lo cual se enviaron muestras de 500g en bolsas de papel. Durante los meses del ensayo la precipitación mensual fue menor a 100 mm, sin embargo se contó con humedad suficiente para la absorción del fertilizante. El mejor tratamiento del ensayo fue el de 35 días de descanso con 100% de fertilización con resultados de 23,76t/ha de MV; 23,5% de MS y 11,63% de PC. Seguido por el tratamiento de 35 días con 25% de fertilización con 19,54 t/ha de MV; 23% de MS y 11,25% de PC.

PALABRAS CLAVES

- *Brachiaria brizantha*
- *Pueraria phaseoloides*
- PERIODOS DE DESCANSO
- FERTILIZACIÓN
- FORRAJES

SUMMARY

A research work was carried out on a forage mix of *Brachiaria brizantha* and *Pueraria phaseoloides* already established, whose general objective was: "To evaluate two rest periods and five levels of fertilization on the production of this mixture in the dry season". The rest periods were 21 and 35 days and the percentages of fertilization were 25, 50, 100 and 150% based on a requirement of 230 kg / ha of nitrogen, 53 kg / ha of phosphorus and 252 kg / ha of potassium. Ten treatments were established with four repetitions ordered in a design of randomized complete blocks that were evaluated in four variables: grass height, green matter, percentage of dry matter and percentage of crude protein. The height was measured from the base of the plant to the highest leaf without counting the inflorescence, the green matter was determined by the quadrant method and the dry matter and crude protein were evaluated in a laboratory for which samples of 500g were sent in paper bags. During the months of the test the monthly precipitation was less than 100 mm, however there was sufficient humidity for the absorption of the fertilizer. The best treatment of the trial was the 35 days of rest with 100% of fertilization with results of 23.76t / ha of MV; 23.5% of MS and 11.63% of PC. Followed by the 35-day treatment with 25% fertilization with 19.54 t / ha of MV; 23% of MS and 11.25% of PC.

KEYWORDS

- *Brachiaria brizantha*
- *Pueraria phaseoloides*
- PERIODS BREAK
- FERTILIZATION
- FORRAJES

I. TEMA

PERIODOS DE DESCANSO Y FERTILIZACIÓN DE LA MEZCLA FORRAJERA *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* EN LA ÉPOCA SECA.

II. INTRODUCCIÓN

En los países tropicales el factor ambiental más importante en la producción de pastos y forrajes es la precipitación (Bernal & Espinosa, 2003) (Romero, 2014). Esto se debe a que existen dos periodos marcados de altas y bajas precipitaciones y en la época de bajas precipitaciones llamada “seca” se disminuye la producción de forraje por la disminución de humedad en el suelo y por el bajo aporte de nitrógeno atmosférico (Villaquirán & Lascano citados por Pérez, 2014). En esta época seca el rebrote de las pasturas es más lento por lo que requieren de periodos de descanso más largos para tener los mismos niveles de producción que en la época lluviosa. Sin embargo, al aumentar el periodo de descanso aumenta la edad de la pastura y con esto disminuye su valor nutritivo, debido al incremento de estructuras poco digestibles como la lignina y debido también a la movilización de los nutrientes desde las hojas hacia los tallos y raíces (Lyons, *et al.*, 2001).

La asociación forrajera entre gramíneas y leguminosas es una alternativa para aumentar la productividad de las praderas, debido a que las leguminosas incrementan la producción de materia seca y mejoran el valor nutritivo de la gramínea asociada (Rojas, *et al.*, 2005). Además se ha demostrado que los beneficios de las leguminosas sobre los pastos son más notorios en la época seca (Moronta, 1982). Sin embargo, para la utilización de estas mezclas se requiere de un manejo sofisticado del pastoreo, ya que la calidad nutritiva y la persistencia de la leguminosa dependen de la presión y frecuencia de pastoreo (Argel, 1996 citado por Rojas, *et al.*, 2005). La producción de estas mezclas forrajeras se ha extendido por todo el mundo alcanzando una producción total de 1100 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 13 toneladas por ha, siendo México el país con mayor rendimiento con 61 toneladas por ha (FAOSTAT, 2015).

En la provincia de Santo Domingo la ganadería bovina es una actividad muy extendida. Se calcula que el 47,09% del territorio utilizado está ocupado por pastos y existen alrededor de 822 000 cabezas (INEC, 2013). Esta provincia presenta un clima tropical monzónico (Am) en la mayoría de su territorio (Merkel, 2017), por lo que existen dos períodos marcados de alta y baja precipitación. La época lluviosa generalmente ocurre de diciembre a mayo y registra precipitaciones que pueden superar los 700 mm mensuales y la época “seca” ocurre generalmente de junio a noviembre y registra precipitaciones inferiores a 100 mm mensuales (INAMHI, 2015).

En esta provincia a pesar de que existe una época seca, hay pocos meses realmente secos, esto debido a que según Köppen para este clima un mes seco es aquel que presenta una precipitación menor a 60 mm (Navara, 2017). Este factor podría generar buenas condiciones para producir pastos y forrajes de buena calidad durante todo el año, sin la necesidad de aumentar los períodos de descanso en la época seca. Además como existe algo de humedad en el suelo, es posible que la fertilización fraccionada sea bien aprovechada en estos meses, ya que, no se corre el riesgo de que el fertilizante se pierda por lixiviación o escorrentía.

No se ha determinado si los períodos de descanso y la fertilización ejercen algún efecto sobre la producción de esta mezcla forrajera en la época seca, sobre todo, si se ha comprobado que los beneficios de las leguminosas en los pastos son más notorios en la época seca (Moronta, 1982); y que la fertilización en praderas debe ser fraccionada preferiblemente para cada pastoreo (González, 2002). Esta investigación es el complemento de los trabajos realizados por Palacios (2015) y Arteaga (2016) y servirá para brindar a los ganaderos de la provincia una alternativa de manejo de la mezcla forrajera *Brachiaria brizantha* – *Pueraria phaseoloides* en la época seca.

III. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Evaluar dos periodos de descanso y cinco niveles de fertilización sobre la producción de la mezcla forrajera *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* en la época seca.

3.2. ESPECÍFICOS

- Evaluar la altura del pasto alcanzada en cada tratamiento
- Determinar la producción de materia verde (MV) y materia seca (MS) de la mezcla forrajera de la mezcla forrajera
- Determinar el porcentaje de proteína cruda (PC) de la mezcla forrajera
- Establecer el periodo de descanso y el nivel de fertilización con mayor rendimiento en la época seca.

IV. HIPÓTESIS

H_A : El periodo de descanso afecta a la producción de forraje en la época seca

H_B : El nivel de fertilización afecta a la producción de forraje en la época seca

H_C : El efecto del periodo de descanso sobre la producción de forraje es independiente de los niveles de fertilización en la época seca.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. PASTURAS

5.1.1. Crecimiento y Desarrollo

En el crecimiento de los forrajes cuando se pasa del estado vegetativo al reproductivo, la tasa de crecimiento vegetal es baja. Según James citado por Contreras, (2006) el aumento de peso de una planta depende de tres procesos: Fotosíntesis, respiración y redistribución del aumento de peso que significa el aumento de la fotosíntesis menos la pérdida de peso de la respiración, esto sirve para aumentar el tamaño y la cantidad de otros órganos de la planta.

Los pastos tienen la habilidad de recuperarse después del pastoreo para lo cual es importante el índice de área foliar residual (Broughman citado por Contreras, 2006) y la sobrevivencia de las meristemas apicales (Brotel y Gomide citados por Contreras, 2006). Sin embargo, por más que se preserve el punto de crecimiento o meristemas apicales ciertos factores como temperatura, humedad y nutrientes del suelo son un limitante en el proceso de recuperación, debido a que comprometen al valor nutritivo, principalmente el contenido de proteína y potasio (Gomide citado por Contreras, 2006).

Después del pastoreo la planta solo dispone de sus reservas y de un ínfimo de dispositivos clorofílicos, por lo que, el crecimiento es lento hasta desarrollar su índice de área foliar cuya fotosíntesis le dará un crecimiento más acelerado, que declinará nuevamente al inicio de la floración (Voisin y Horrel citados por Contreras, 2006).

5.1.2. Rendimiento

El crecimiento de las pasturas está determinado por la cantidad de forraje, esto se debe a que cuando la altura de las plantas es excesiva, empieza a existir un equilibrio entre el crecimiento de la planta y la pérdida del forraje, entonces, si la pérdida de forraje es escasa la producción disminuye hasta ser casi nula (Selaya citado por Contreras, 2006).

La producción de materia seca también está determinada por la cantidad de forraje, esta aumenta hasta que la planta alcanza su máxima producción de forraje, a partir de allí, la producción relativa pasa a decrecer, debido a que existe un mayor sombreado de las hojas basales y de los macollos menores que contribuyen a la producción total (Cardona citado por Contreras, 2006). La materia seca también disminuye cuando la pastura alcanza su madurez fisiológica (Aguirre citado por Contreras, 2006).

La producción de materia seca puede verse afectada por varios factores, como la reducción de actividad fotosintética, remoción de reservas de la planta, reducción de agua y nutrientes disponibles para las raíces y daño en los meristemos apicales (Harris; Cuesta *et al.*, citados por Rincón *et al.*, 2008).

El rebrote o recuperación de las pasturas ocurre con la utilización de reservas orgánicas acumuladas en los órganos permanentes como las raíces y la base de tallo (Brougman citado por Contreras, 2006). Sin embargo cuanto mayor sea la intensidad y frecuencia del pastoreo, se reduce el sistema radicular y el contenido de estas reservas

(Aguirre citado por Contreras, 2006). Esto puede debilitar a la planta y en casos extremos puede hacerla desaparecer (Cardona citado por Contreras, 2006).

5.1.3. Fertilización de Pasturas

La fertilización de los pastos provoca un incremento en el contenido de proteína, digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa (Cerdas 2011). Esto mejora su valor nutritivo y provoca que sean más apetecibles por lo que aumenta el consumo por parte del animal (Guerrero citado por Cerdas, 2011). Desde hace 25 años se afirma que con una pastura de buen valor nutritivo se puede hacer frente a las exigencias de un hato de calidad, sin necesidad de suministrar concentrados (Benítez citado por León, 2008).

El nitrógeno es el principal elemento que limita el crecimiento de los forrajes, este influye sobre el crecimiento de los pastos al controlar la promoción y desarrollo de nuevos brotes, aumenta el número de hojas por planta y con ello el área foliar (Cabalceta, 1999)

Los pastos casi siempre se encuentran en crecimiento activo por su adaptación al consumo continuo del animal (Cerdas, 2011). Por esta razón se recomienda aplicar el nitrógeno fraccionado preferiblemente después de cada pastoreo; el fósforo y el potasio se pueden aplicar una sola vez al año (González, 2002).

5.1.4. Efectos del Pastoreo

Es probable que el efecto más importante de los animales sobre la pastura, sea a través de la defoliación, que reduce el área foliar y por ende el nivel de carbohidratos (Contreras 2006). Esto altera la intensidad de luz, temperatura del suelo y humedad, lo que repercute en el crecimiento de la pastura. La respuesta de la defoliación depende de las características morfológicas y fisiológicas de la planta y de su ciclo de crecimiento (Selaya citado por Contreras, 2006).

5.1.5. Período de Descanso

El período de descanso es el tiempo necesario para que los pastos recuperen el área foliar después de la defoliación o el pastoreo. La selección de este período está en función de la producción de forraje y su valor nutritivo o contenido nutricional.

5.1.6. Valor Nutritivo

El valor nutritivo, es una medida biológica que indica que el alimento puede ser capaz de promover las actividades metabólicas en el organismo del animal. El contenido nutricional de un forraje puede ser modificado por factores propios de la planta (como edad fisiológica, etc.) Por factores ambientales y por factores de manejo (Romero, 2014). A medida que aumenta la edad de la planta, se produce una reducción de su valor nutritivo porque la concentración de las fracciones solubles del contenido celular tiende a declinar debido a la movilización de los nutrientes desde las hojas hacia los tallos y raíces (Lyons, *et al.*, 2001), mientras que los constituyentes de la pared celular se elevan por la lignificación de los tallos. Con la madurez se declinan la digestibilidad y el consumo (Romero, 2014 y Lyons *et al.*, 2001) además el contenido de proteína y fósforo (Gomide citado por Contreras, 2006).

El valor nutritivo esta dado principalmente por la composición química presente en la materia seca. Esta se divide en compuestos orgánicos donde se encuentran los carbohidratos, grasas, proteínas y vitaminas y la parte inorgánica donde se encuentran las cenizas y los minerales. Con respecto a esto un forraje de alta calidad debe tener de 18 a 24% de materia seca (MS), de 18 a 25% de proteína cruda (PC), 40% de fibra detergente neutra (FDN) y de 2,3 a 2,8 Mcal/kg de materia seca (León, 2008).

5.1.7. Consumo y Requerimientos de los Bovinos

El factor de mayor importancia para la producción animal es la cantidad y calidad de forraje ingerido. El consumo voluntario de forraje está determinado entre otros factores, por la digestibilidad, la palatabilidad, el contenido nutricional, y el estado fisiológico del animal (León, 2008). El consumo promedio por animal/día se estima en un 10% de su peso vivo sobre la base de materia verde o del 3% sobre la base de materia seca (González, 2002).

Con la madurez de la pastura se reduce la digestibilidad porque hay un aumento de los componentes estructurales del tejido vegetal, estos pasan a tener más lignina en la pared celular de la planta lo implica un mayor tiempo de retención del forraje en el rumen lo que ocasiona una disminución significativa en el consumo (Aifden y Whittakeer citados por Contreras, 2006). Con la madurez también disminuye el contenido de proteína y se ha demostrado que cuando el contenido de proteína bruta en el forraje es inferior al 7% se produce una marcada disminución en la ingesta por una baja actividad microbiana en el rumen (Milford citado por Contreras, 2006)

De acuerdo con la National Research Council (NRC) citado por Orozco (2005), los requerimientos de los bovinos son los siguientes:

Tabla 1

Requerimientos nutricionales de una vaca de doble propósito

Nutriente	Requerimiento diario
Proteína	820 g
Energía	14 Mcal
Calcio	20 g
Fósforo	16 g

Fuente: (NRC, 2001)

Tabla 2

Requerimientos nutricionales de un torete cebuino de 300 kg de peso

Nutriente	Requerimiento diario
Proteína	800 g
Energía neta de mantenimiento	6,1 Mcal
Energía neta de ganancia de peso	1,72 Mcal
Calcio	21 g
Fósforo	12 g

Fuente: (NRC, 2001)

5.1.8. Pérdidas por Rechazo

Las pérdidas por rechazo se refieren al pasto afectado por las deyecciones y el pisoteo de los animales, las cuales se estiman pueden estar en un rango del 30 a 60 % del consumo de los mismos, siendo más altas en pastos erectos como la guinea y menores en especies de hábito rastrero como *brizantha* (González, 2002).

5.2. EVALUACIÓN DE PASTURAS

Existen varios métodos para determinar los atributos de las pasturas, que se basan básicamente en medir la cantidad de forraje disponible y su calidad nutricional.

5.2.1. Cantidad de Forraje Disponible

La cantidad de forraje disponible se puede medir con métodos destructivos y no destructivos. Los métodos destructivos implican el corte del pasto para medir la cantidad de forraje, mientras que los no destructivos sirven para estimar algunas variables que se pueden relacionar con la cantidad como por ejemplo la altura de la planta (Mannetje citado por CIAT, 1984).

5.2.1.1. Altura de planta

La altura del pasto es un método no destructivo y se evalúa midiendo al azar cinco plantas por cada unidad experimental desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirla y sin contar la inflorescencia (CIAT, 1982).

5.2.1.2. Materia verde

La cantidad de materia fresca es un método destructivo y se mide cortando y pesando un metro cuadrado de pasto por cada unidad experimental a una altura de entre 15 a 30 cm para plantas erectas (CIAT, 1982).

5.2.1.3. Materia seca

Para determinar la materia seca se toman submuestras de la materia verde de aproximadamente 250 g que se colocan en bolsas de papel de peso conocido y se secan en la estufa a 60°C por 48 horas (CIAT, 1982).

5.2.2. Calidad Nutricional del Forraje

Para evaluar la calidad del forraje en oferta se realizan análisis químicos de los componentes de la pasturas (CIAT, 1984). Entre los análisis más comunes se encuentran el fraccionamiento de Weende, donde se desgloza todos componentes químicos en: materia seca, cenizas, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, y extracto libres de nitrógeno .nitrógeno total, los minerales y la digestibilidad in vitro. (Sierra, 2005).

5.2.2.1. Proteína cruda

La proteína cruda en el análisis químico de Weende se obtiene de forma indirecta multiplicando el contenido del nitrógeno total por el factor 6,25. De esta forma se consideran también como proteínas todos los compuestos nitrogenados no proteicos (Sierra, 2005).

5.3. PASTO BRIZANTHA (*Briachiaria brizantha*)

Planta perenne originaria de África pero ampliamente distribuida en los países tropicales. Puede llegar hasta los 120 cm de altura y posee tallos erectos robustos con láminas foliares ampliamente lanceoladas. Presenta de dos a cinco racimos de hasta 15 cm de largo, con dos filas de espiguillas redondeadas casi sésiles de cuatro a seis milímetros de largo en la parte inferior. Estas espiguillas tienen una franja sub-apical de pelos largos de color púrpura, que la diferencian de *Brachiaria decumbens* (FAO, 2010)

5.3.1. Clasificación Taxonómica

Según Trópicos. org. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	= <i>Cormobionta</i>
División	= <i>Magnoliophyta</i>
Clase	= <i>Magnoliopsida</i>
Subclase	= <i>Commelinidae</i>
Orden	= <i>Poales</i>
Familia	= <i>Poaceae</i>
Subfamilia	= <i>Panicoideae</i>
Tribu	= <i>Paniceae</i>
Género	= <i>Brachiaria</i>
Especie	= <i>Brachiaria brizantha</i> (Trin.) Griseb

5.3.2. Adaptación

5.3.2.1. Clima

Se adapta hasta 1400 msnm, con climas tropicales, subtropicales con precipitaciones mayores de 800 mm y con temperaturas arriba de 19°C. Tolera sequías de tres a cuatro meses, pero no tolera encharcamientos por más de cinco a siete días (León, 2008).

5.3.2.2. Suelo

Prospera mejor en suelos de textura arcillosa, limo-arcillosos, limo-arenosos y francos, de fertilidad media y alta, responde bien a la aplicación de fertilizantes. Prefiere suelos con pH de cinco o más, ideal suelos ligeramente alcalinos. Tolera suelos con ligera toxicidad por aluminio. No crece bien en suelos salinos y sódicos y necesita buen drenaje (León, 2008).

5.3.3. Establecimiento

Se recomienda 6-8 kg/ha de semillas en siembra con ahoyado y ocho a diez kg/ha al voleo, con mínimo un 50% de valor cultural, debe sembrarse en surcos espaciados de 60 a 70 cm. El primer pastoreo se realiza de cuatro a cinco meses después de la siembra (León, 2008).

5.3.4. Asociación

Se asocia bien con leguminosas como *Arachis*, *Desmodium*, *Pueraria* y *Centrosema* (Peters *et al.*, 2010).

5.3.5. Aprovechamiento

Excelente para pastoreo y henolaje cuando tiene 90 cm, sirve hasta una altura de 40 cm. Posee elevada producción de forraje de buena calidad a lo largo del año, es de fácil manejo, su crecimiento es erecto y estolonífero, buena capacidad de rebrote, al pisoteo y tolerancia al sobrepastoreo (León, 2008).

5.3.6. Manejo

Tiene buena tasa de crecimiento durante la época seca y se debe pastorear bien, bajo pastoreo continuo o rotacional, evitando el sobrepastoreo (Peters *et al.*, 2010).

5.3.7. Rendimiento

5.3.7.1. Materia fresca y seca

Según León (2008), produce 50 t/ha/año de materia fresca y de 15 a 20 t/ha/año de materia seca (Avellaneda *et al.*, 2008).

Cerdas (2011), en México obtuvo los siguientes resultados de materia seca del cultivar Marandú en una época lluviosa a diferentes días de descanso.

Tabla 3

Producción de materia seca de *B. brizantha* cultivar Marandú

Días	Toneladas MS/ha/corte
30	1,58
35	2,02
40	2,38
45	2,64
50	2,81

Adaptado de: (Cerdas, 2011)

5.3.7.2. Contenido nutricional

Posee buen valor nutritivo debido a su alta relación hoja-tallo, la planta entera tiene de 10 a 14% de proteína cruda de elevada digestibilidad (50 a 60%). Su capacidad de carga por hectárea en época seca es de 1,5 a 2,5 unidades bovinas adultas (UBA) y de tres a cuatro UBA en época lluviosa (León, 2008). Avellaneda *et al.*, (2008), en Quevedo obtuvo los siguientes resultados del heno de tres variedades de *Brachiaria* en una época lluviosa a diferentes días de descanso.

Tabla 4

Composición química de heno de *Brachiaria* spp. A diferentes edades de cosecha

Variable	Días			
	28	56	84	112
Ceniza %	12,75	11,76	9,45	9,22
Proteína bruta %	12,15	10,69	8,24	7,49
Fibra cruda %	18,99	31,71	31,2	32,45
Extracto etéreo %	3,48	1,87	1,62	1,61
Energía bruta kcal/g	3,98	4,03	3,8	3,79

Adaptado de: (Avellaneda *et al.*, 2008)

5.3.8. Periodo de Descanso de Brizantha

Cerdas (2011) afirma que en época lluviosa la edad máxima de cosecha del cultivar Marandú es de 40 días. Avellaneda, *et al.*, (2008) determinó que variedades de *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha* y un híbrido) presentan contenidos nutricionales significativos entre de 28 a 56 días de edad a la cosecha o descanso (Avellaneda, *et al.*, 2008).

5.3.9. Requerimientos Nutricionales

Un requerimiento de manera general es 100 kg/ha de nitrógeno, 20 kg/ha de fósforo y 40 kg/ha de potasio (CIAT, 1982). Un requerimiento más exacto para *Brachiaria* es el siguiente (Bernal & Espinosa citados por Cerdas, 2011):

Tabla 5

Extracción de nutrientes de *Brachiaria* spp.

Pasto	Producción MS t/ha/año	Extracción de nutrientes Kg/ha/año		
		N	P	K
	5,2	63	14	69
<i>Brachiaria</i>	13	157	36	172
	19	230	53	252

Tomado de: (Cerdas, 2011)

5.3.10. Plagas y Enfermedades

La principal plaga es el salivazo (*Homoptera: Cercopidae*), sin embargo es tolerante a algunas accesiones de esta plaga (León, 2008 & Peters *et al.*, 2010).

5.3.11. Cultivares avanzados

Los más populares son: Marandú (CIAT 6780, Brasil) y Toledo, Xaraes o Victoria (CIAT 26110) (Peters *et al.*, 2010).

5.4. KUDZÚ (*Pueraria phaseoloides*)

Leguminosa perenne originaria de sudeste asiático pero ampliamente extendida en las zonas tropicales húmedas. Tiene raíces profundas y su tallo principal se puede extender de cinco a seis metros. Estos pueden enraizar en los nudos y de los nudos se forman una serie de ramas laterales o secundarias que se entrelazan y pueden formar una gran masa enmarañada de vegetación de 60 a 75 cm de espesor a los ocho o nueve meses de la siembra. Los brotes jóvenes están densamente cubiertos con tricomas de color marrón. Las hojas son grandes y trifoliadas con pecíolos de cinco a diez cm de largo con pubescencias (FAO, 2010).

5.4.1. Clasificación Taxonómica

Según Trópicos. org. Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Clase	= <i>Equisetopsida</i> C. Agardh
Subclase	= <i>Magnoliidae</i> Novák ex Takht.
Súper orden	= <i>Rosanae</i> Takht.
Orden	= <i>Fabales</i> Bromhead
Familia	= <i>Fabaceae</i> Lindl.
Género	= <i>Pueraria</i> DC.
Especie	= <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.

5.4.2. Adaptación

5.4.2.1. Clima

Necesita de una pluviosidad 1300 a 1500 mm. Se desarrolla hasta 1200 msnm (León, 2008).

5.4.2.2. Suelo

Crece en suelos ácidos de pH 4,5 hasta 7,0. Prefiere suelos arcillosos con suficiente drenaje. No es muy exigente en fertilidad (León, 2008). No resiste sobrepastoreo en suelos con pobre drenaje. Sobrevive de cuatro a cinco meses secos y soporta sombra moderada (Peters *et al.*, 2010).

5.4.3. Establecimiento

Por semilla se utiliza 8-12 kg/ha, sembradas de tres a cuatro metros. Si se desea que se tupa rápidamente se debe sembrar en filas separadas de 40 o 50 cm. La semilla debe escarificarse, o remojarse antes de la siembra. También se propaga por coronas de uno a dos años, o por guías de cuatro nudos (León, 2008).

5.4.4. Asociación

Con pasto guinea (*Panicum maximum*), elefante (*Pennisetum purpureum*), pará (*Brachiaria mutica*), pasto miel (*Paspalum dilatatum*), entre otros (León, 2008).

5.4.5. Aprovechamiento

En pastoreo se debe utilizar después de seis u ocho meses a fin de permitir que se desarrolle sus gruesas y profundas raíces; posteriormente se puede cortar o pastorear cada dos a cuatro meses, dependiendo del suelo y la precipitación. Esta leguminosa no soporta grandes cortes ni fuerte pastoreo. El corte debe hacerse a 15 o 20 cm (León, 2008).

5.4.6. Manejo

La recomendación de fertilización depende del análisis de suelo. Se recomienda aplicar fósforo en el momento de la siembra, los demás elementos se deben aplicar dos meses después. Cada año se debe aplicar el 50% de las dosis como mantenimiento en la época de lluvia (Peters *et al.*, 2010). Durante la época de sequía se reduce la producción de MS por efecto de defoliación, pero con las primeras lluvias se reinicia el crecimiento activo y vigoroso (Peters *et al.*, 2010).

5.4.7. Rendimiento

Proporciona de 15 a 20 toneladas de materia fresca por corte y por hectárea (León, 2008). En base a su calidad forrajera Ruiloba (1990), determinó las siguientes características:

Tabla 6

Calidad forrajera del Kudzú tropical manejado como banco de proteína

Característica	Época lluviosa			Época seca		
	Hoja	Tallo	Planta entera	Hoja	Tallo	Planta entera
Porcentaje de la planta	56	34	-	42	58	-
Proteína cruda %	23,6	12,1	17,3	19,7	9,2	13,6
Pared celular (FDN) %	66,5	74,2	66,5	66,4	71,3	68,4
Calcio %	8	0,6	0,6	0,9	0,8	0,8
Fósforo %	0	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
DIVMS %	56	48	47,7	51,4	38,7	44

Fuente: (Ruiloba, 1990)

5.4.8. Requerimientos Nutricionales

Según Bernal & Espinosa (citados por Cerdas, 2011) el requerimiento para leguminosas forrajeras es el siguiente:

Tabla 7

Requerimientos nutricionales de las leguminosas forrajeras en base al análisis de suelos

Fósforo mg/L	Potasio cmol (+)/L								
	Bajo < 0.10			Medio < 0,11 - 0,20			Alto > 0,20		
	Aplicar kg /ha /año								
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
Bajo < 5	20	60	40	20	60	30	20	60	20
Medio 6 - 10	20	40	40	20	40	30	20	40	20
Alto > 10	20	30	40	20	20	30	20	30	20

Tomado de: (Cerdas, 2011)

5.4.9. Palatabilidad

La palatabilidad según Barrau (citado por FAO, 2010), es la siguiente: *P. phaseoloides* > *V. hosei* > *S. guianensis* > *C. pubescens* > *D. heterophyllum* > *C. muconoides*

5.4.10. Plagas y Enfermedades

No existen plagas ni enfermedades de importancia (Peters *et al.*, 2010).

5.4.11. Cultivares Avanzados

Kudzú tropical o Jarocha (CIAT 9900) (Peters *et al.*, 2010).

5.5. INVESTIGACIONES PREVIAS DE LA ASOCIACIÓN DE BRIZANTHA CON PUERARIA

Arteaga en el (2016), realizó una investigación para determinar el efecto del periodo de descanso y la fertilización en los mismos predios pero en la época lluviosa y basado en el requerimiento nutricional de 100 Kg de nitrógeno, 20 Kg de fósforo y 40 Kg de potasio descrito por el CIAT (1982). Sin embargo no se utilizó potasio debido al exceso presente en el suelo.

En sus resultados para la variable altura todos los tratamientos de 35 días presentaron mayor altura que los de 21 días. El mejor tratamiento del ensayo fue el de 35 días con 150% de fertilizante (150, 30 y 60 Kg de N, P y K) y presentó una altura de

73,5 cm y el peor tratamiento fue el de 21 días sin fertilizante y presentó una altura de 29 cm.

En lo que respecta a materia fresca el mejor tratamiento fue el de 35 días con 100% de fertilizante (100, 20 y 40 Kg de N, P y K) que alcanzó una producción de 11 t/ha y los peores tratamientos fueron los de 21 y 35 días sin fertilizante con una producción de 4,5 t/ha para cada uno.

En referencia a la variable materia seca el mejor tratamiento fue el de 35 días con 100% de fertilizante que obtuvo una producción estimada de 1,98 t/ha y los peores tratamientos fueron los de 21 días con 0 y 25% de fertilizante con una producción de 0,76 y 0,88 t/ha respectivamente.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. UBICACIÓN

6.1.1. Ubicación Política

Provincia : Santo Domingo de los Tsáchilas.
Cantón : Santo Domingo.
Parroquia : Luz de América.
Finca : Elvia Calderón
Ubicación : km 17 Vía Santo Domingo- Quevedo

6.1.2. Ubicación Geográfica

Punto A	: Este	: 0693001	Norte	: 9958653
Punto B	: Este	: 0693018	Norte	: 9958642
Punto C	: Este	: 0693043	Norte	: 9958675
Punto D	: Este	: 0693029	Norte	: 9958687

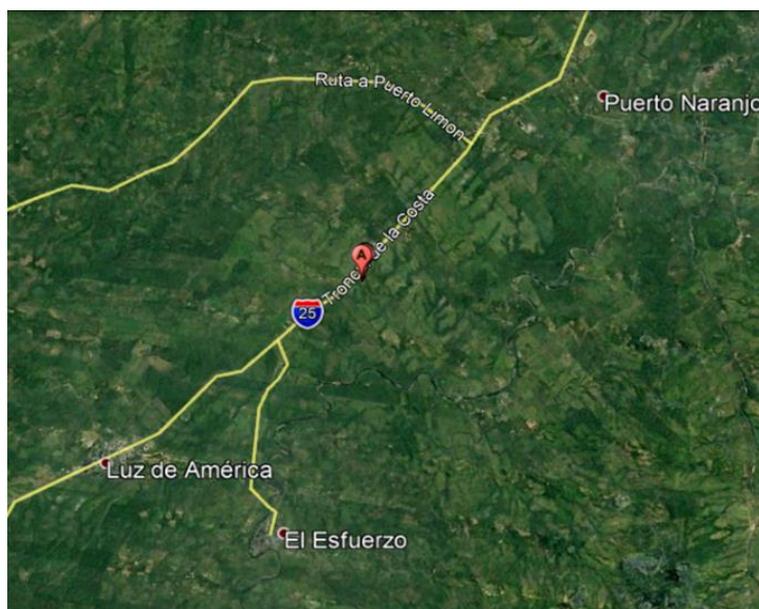


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

6.1.3. Ubicación Ecológica

Zona de vida	: Bosque Húmedo Tropical (bh-T)
Altitud	: 350 msnm
Temperatura media	: 24,4 °C
Precipitación anual	: 2900,8 mm
Humedad relativa	: 89%
Tipo de suelo	: Franco arenoso
Heliofanía	: 653,35 horas/año

6.1.4. Clasificación Climática de Köppen

Clima Am : Tropical monzónico (Merkel, 2017)

6.2. MATERIALES

6.2.1. Material Experimental

- Pasto brizantha : *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) syn. *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) cultivar Marandú.
- Kudzú : *Pueraria phaseoloides* (Roxb).

6.2.2. Materiales de Campo

Alambre de púas, martillo, grapas, estacas, estaquillas, rastrillo, piola, rótulos de identificación, cuadrante de hierro, flexómetro, machete, balanza digital, bolsas de papel, fundas plásticas.

6.2.3. Material de Oficina

Computador, libreta de apuntes, cámara.

6.3. MÉTODOS

6.3.1. Diseño Experimental

6.3.1.1. Factores de investigación

Los factores de investigación fueron los siguientes:

Tabla 8

Descripción de los factores de investigación y sus niveles

Factores		Niveles	
		Nomenclatura	Descripción
Días de descanso	(D)	d1	21
		d2	35
Porcentaje de fertilización	(F)	f1	0%
		f2	25%
		f3	50%
		f4	100%
		f5	150%

6.3.1.2. Tratamientos a comparar

Los tratamientos se obtuvieron de la combinación de los factores D*F.

Tabla 9

Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Código	Descripción
1	d1f1	21 días y 0% fertilización
2	d1f2	21 días y 25% fertilización
3	d1f3	21 días y 50% fertilización
4	d1f4	21 días y 100% fertilización
5	d1f5	21 días y 150% fertilización
6	d2f1	35 días y 0% fertilización
7	d2f2	35 días y 25% fertilización
8	d2f3	35 días y 50% fertilización
9	d2f4	35 días y 100% fertilización
10	d2f5	35 días y 150% fertilización

6.3.1.3. Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con un arreglo bifactorial A*B, que tiene el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + B + A_i + B_j + A_i B_j + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable dependiente

u = Media global de los tratamientos

B = Bloques

A_i = Factor A

B_j = Factor B

$A_i B_j$ = Interacción A*B

E_{ijk} = Error experimental

6.3.1.4. Repeticiones o bloques

Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento, dando un total de 40 parcelas o unidades experimentales

6.3.1.5. Características de las unidades experimentales

Las características de las unidades experimentales fueron las siguientes:

Número de unidades experimentales	: 40
Área de las unidades experimentales	: 16 m ²
Largo	: cuatro metros
Ancho	: cuatro metros
Forma de la UE	: Cuadrada
Área total del ensayo	: 1 071 m ²
Forma del ensayo	: Rectangular

6.3.1.6. Croquis de diseño

Tabla 10

Disposición de las unidades experimentales en el área de ensayo

I	II	III	IV
d2f2	d1f5	d1f3	d2f3
d1f3	d1f2	d2f1	d1f4
d2f3	d1f3	d2f4	d1f5
d2f4	d2f3	d2f5	d2f4
d1f1	d2f2	d1f5	d1f2
d1f4	d2f1	d1f4	d2f5
d2f1	d1f4	d2f2	d2f2
d1f2	d2f4	d1f1	d2f1
d2f5	d1f1	d2f3	d1f3
d1f5	d2f5	d1f2	d1f1

6.3.2. Análisis Estadístico

6.3.2.1. Esquema del análisis de varianza

El análisis estadístico fue realizado con la versión estudiantil del programa Infostat (Di Rienzo, *et al.*, 2001). El esquema del análisis de varianza fue el siguiente:

Tabla 11

Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Bloques	b-1	3
Tratamientos	t-1	9
Días descanso	D-1	1
Porcentaje fertilización	F-1	4
0 vs Resto		1
25; 50 vs 100; 150		1
25 vs 50		1
100 vs 150		1
Días*Fertilización	(D-1) * (F-1)	4
Error experimental	(n-1) – ((b-1)+(t-1))	27
Total	(n – 1)	39

6.3.2.2. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} * 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación

\sqrt{CMe} = Cuadrado medio del error experimental

\bar{x} = Media general del experimento

Pimentel (citado en Gordón & Camargo, 2015), menciona que los CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10%; medios de 10 a 20%, altos cuando van de 20 a 30% y muy altos cuando son superiores a 30. Si el valor del CV supera el 30%, los datos deben ser descartados % (Patel *et al.*, citado en Gordón & Camargo, 2015).

6.3.2.3. Análisis funcional

Se utilizó la prueba de significancia de Tukey al 5% cuya fórmula es:

$$Tukey = Q(\alpha, t, GLe) * s_{\bar{d}}$$

Donde:

Q = Se obtiene de la tabla de rangos de Tukey mediante los valores α, t, GLe

α = Nivel de probabilidad (5% o 1%),

t = Número de tratamientos

GLe = Grados de libertad del error experimental.

$s_{\bar{d}}$ = El error estándar de media de tratamiento

6.3.2.4. Regresiones y correlaciones

Se aplicó una regresión lineal simple entre los niveles de fertilización y cada variable. El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon$$

Donde:

Y_t	= Variable dependiente o regresando
β_0	= Intersección
$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$	= Parámetros de cada variable independiente
x_1, x_2, \dots, x_p	= Variables independientes o regresores
p	= Número de parámetros independientes
ε	= Número aleatorio

6.3.3. Contrastes ortogonales

Se realizó los siguientes contrastes ortogonales

6.3.4. Variables a Medir

Las variables a medir fueron las siguientes:

6.3.4.1. Altura de planta

La altura del pasto se evaluó mediante la metodología propuesta por el CIAT (1982).

6.3.4.2. Producción de materia verde (MV)

La cantidad de materia fresca se determinó mediante la metodología propuesta por el CIAT (1982) para ello se utilizó un cuadrante de hierro de un metro cuadrado. El pasto se cortó a una altura de 20 cm de acuerdo con la recomendación de Palacios (2015), para este pasto en esta zona. Los valores resultantes fueron traspolados a t/ha.

6.3.4.3. Porcentaje de materia seca (MS) y porcentaje de proteína cruda (PC)

Estas variables se obtuvieron del laboratorio de tejidos vegetales del INIAP Pichilingue. Para ello se tomaron muestras de materia fresca de 500 g aproximadamente las cuales fueron homogenizadas y colocadas en fundas de papel con su respectiva etiqueta para ser enviadas el mismo día al laboratorio (CINA, 2015).

6.3.5. Métodos Específicos del Manejo del Ensayo

6.3.5.1. Historia del lugar de ensayo

La investigación fue llevada a cabo en un potrero de aproximadamente dos años de edad de *Brachiaria brizantha* asociada con *Pueraria phaseoloides*. El pasto fue sembrado al voleo y la leguminosa a una distancia de dos por dos metros con un porcentaje de cobertura del 20%. El potrero se encontraba en uso en un sistema de rotación diaria para vacas de doble propósito.

6.3.5.2. Establecimiento de las parcelas

Para establecer las parcelas primero se efectuó un corte de igualación a una altura menor de la que se tomó los datos. Para este ensayo fue de 15 cm debido a que es la mínima altura de corte soportada por la *Pueraria phaseoloides* (León, 2008).

6.3.5.3. Análisis de suelo

La muestra de suelo se tomó con las recomendaciones del INIAP (2006), por lo que se procedió a muestrear en zig zag tomando con un barreno varias submuestras a una profundidad de 15 cm, que se luego se homogenizaron en un balde y de allí se seleccionó un kilogramo de tierra que fue colocada en una bolsa plástica y enviada al laboratorio de Agrocalidad.

Tabla 12

Resultado del análisis de suelo

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
pH	na	5,93	LigAc.
Materia Orgánica	%	6,35	Alto
NH ₄	ppm	18,71	Medio
Fósforo	ppm	6,5	Bajo
Potasio	cmol/kg	0,08	Bajo
Calcio	cmol/kg	3,12	Bajo
Magnesio	cmol/kg	0,46	Bajo
Calcio/Magnesio	cmol/kg	6,78	Alto
Magnesio/Potasio	cmol/kg	5,75	Medio
Hierro	ppm	372,6	Alto
Manganeso	ppm	7,65	Medio
Cobre	ppm	9,52	Alto
Zinc	ppm	3,72	Medio

6.3.5.4. Fertilización

Se realizó el cálculo de la dosis de fertilización en base al requerimiento de Bernal y Espinosa citados por Cerdas (2011), estimando una producción de 19 toneladas de MS para ello se utilizó el análisis de suelo y luego se calculó la dosis utilizando siguientes fertilizantes: Fosfato Diamónico DAP (18 – 46 - 0), Urea (46 – 0 – 0) y Muriato de Potasio KCl (0 – 0 – 60). No se realizó la fertilización de Magnesio requerida para balance catiónico.

Tabla 13

Dosis de nutriente en base al requerimiento y al análisis de suelos

Dosis	Kg/ha			
	N	P	K	Mg
Requerimiento	230	53	252	n/a
Con análisis de suelo	334,69	133,33	189,60	83,45

Tabla 14

Dosis de fertilizante por parcela de acuerdo a los tratamientos y a las fuentes

Fertilizante	Dosis g/parcela 16 m ²			
	25%	50%	100%	150%
DAP	115,9	231,9	289,9	434,8
Urea	245,7	491,3	614,2	921,2
KCl	126,4	252,8	316,0	474,0

6.3.5.5. Control de malezas

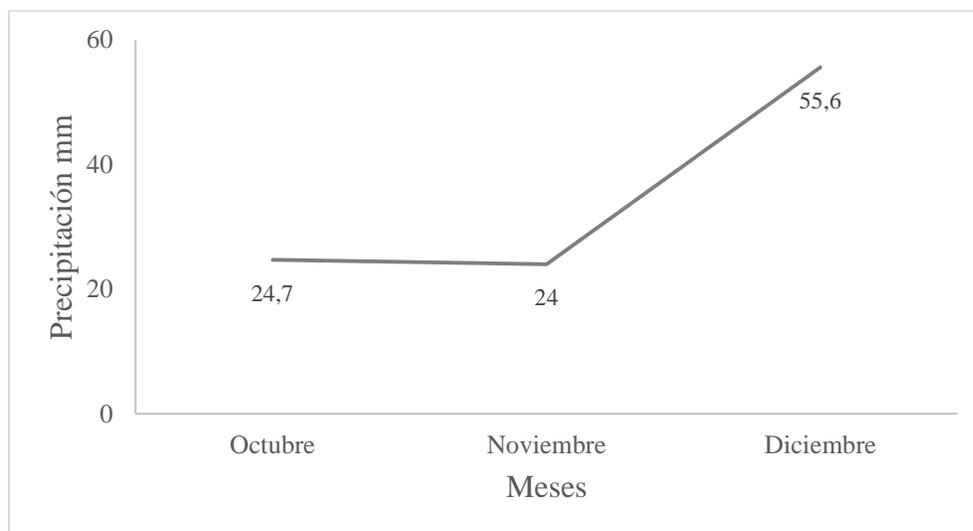
Se realizó un control de malezas manual luego del corte de igualación.

6.3.5.6. Toma de datos

La toma de datos se realizó en horas de la mañana en un solo corte para cada periodo de descanso.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. PRECIPITACIÓN DURANTE EL ENSAYO



Adaptado de: Estación Meteorológica “Puerto Ila”

Figura 2. Precipitación caída durante los meses del ensayo del año 2016

La figura nos muestra como fluctuó la precipitación mensual durante el ensayo, donde, no existieron lluvias mayores a 60 mm por mes, que de acuerdo a la clasificación de Köppen se consideran como meses secos para esta zona (Navara, 2017).

7.2. ALTURA DE PLANTA

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable altura de planta

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p valor
Bloque	360,66	3	120,22	3,43	0,0311 *
Días	8966,43	1	8966,43	255,56	<0,0001 **
Fertilización	6240,91	4	1560,23	44,47	<0,0001 **
0 vs Resto	6016,23	1	6016,23	171,47	<0,0001 **
25; 50 vs 100; 150	151,03	1	151,03	4,3	0,0477 *
25 vs 50	59,29	1	59,29	1,69	0,2046 ns
100 vs 150	14,36	1	14,36	0,41	0,5277 ns
Días*Fertilización	1043,87	4	260,97	7,44	0,0004 **
Error	947,31	27	35,09		
Total	17559,18	39			
CV %	7,08				

Se observa que existe diferencia altamente significativa entre los factores de estudio y su interacción por lo que se aceptan las hipótesis H_A y H_B . Sin embargo, para el factor “fertilización” solo se observa diferencia significativa entre los contrastes 0 versus resto y 25; 50 versus 100; 150. Valores que son respaldados por un coeficiente de variación de 7,08%.

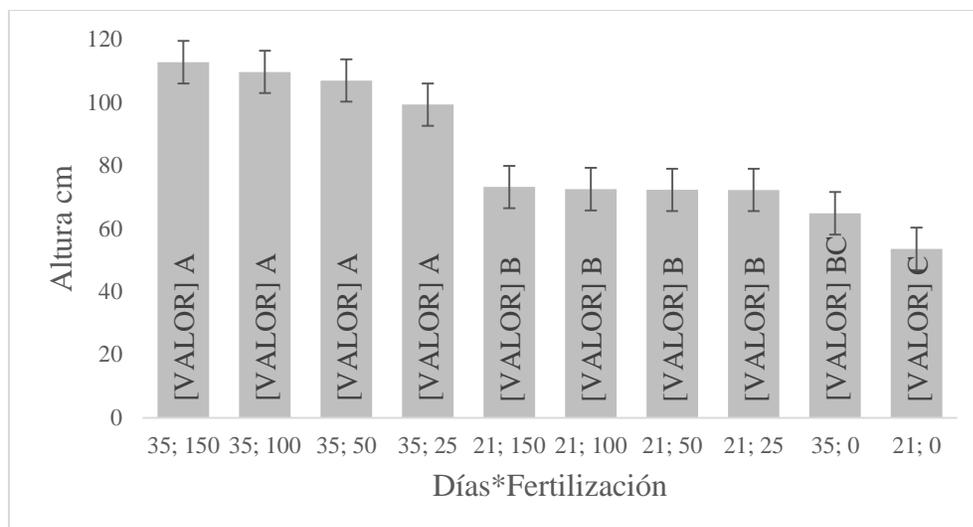


Figura 3. Prueba de Tukey de la interacción de los factores para la variable altura

La prueba de Tukey al 5% muestra que los tratamientos de 35 días de descanso con 25%, 50%, 100% y 150% de fertilización presentaron las mayores alturas de planta, con valores desde 99,25 cm hasta 112,7 cm. Sin embargo, no presentaron diferencias significativas entre sí. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Arteaga (2016), donde el sí obtuvo diferencias entre las dosis de fertilizantes con el tratamiento de 35 días, esto puede deberse a que en esta investigación se utilizó una mayor dosis de fertilizante y probablemente con el 25% aplicado en esta investigación la pastura exprese su máximo potencial de crecimiento y al no haber pérdida de follaje se logra un equilibrio entre crecimiento y pérdida de follaje (Selaya citado por Contreras, 2006). Los mejores tratamientos presentaron alturas mayores a 90 cm, que es la altura ideal para que haya un buen aprovechamiento de la pastura para pastoreo o henolaje según (León, 2008).

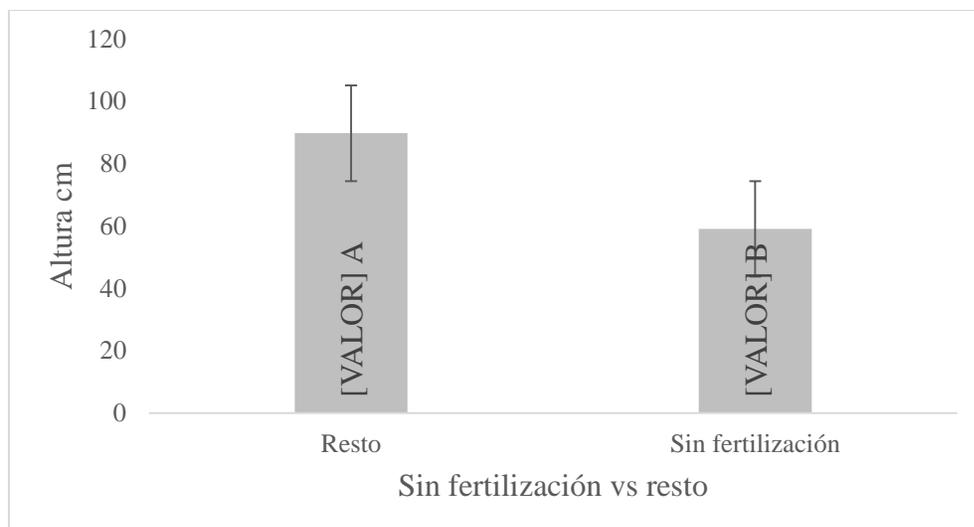


Figura 4. Contraste ortogonal entre los tratamientos sin fertilización versus el resto de tratamientos para la variable altura de planta

El contraste ortogonal muestra que los tratamientos con fertilización fueron mejores que los tratamientos sin fertilización, por lo que se corrobora la aceptación de la hipótesis H_B . Esto significa que la humedad que existió en el suelo permitió una absorción del fertilizante.

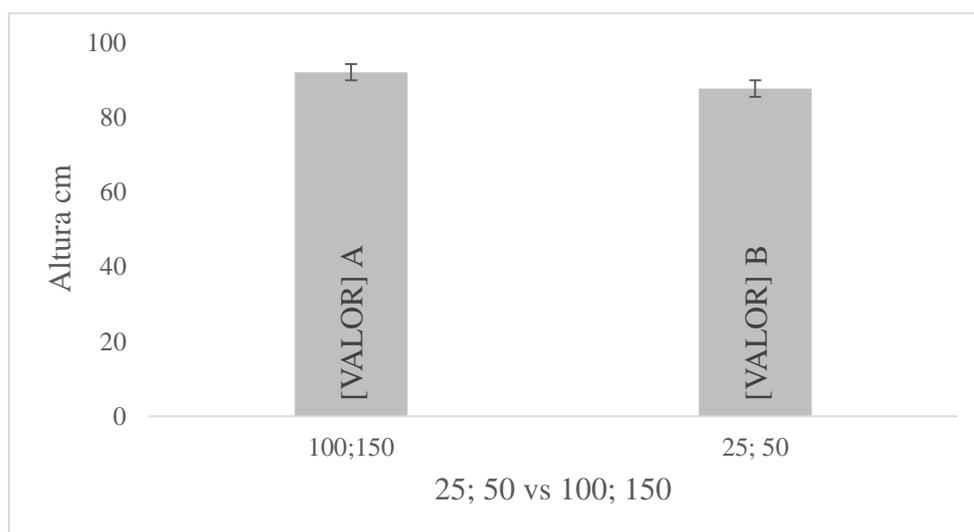


Figura 5. Contraste ortogonal entre los tratamientos con 25% y 50% de fertilización versus los tratamientos con 100% y 150% de fertilización para la variable altura de planta

El contraste ortogonal muestra que los tratamientos con 100% y 150% de fertilización fueron mejores que los tratamientos con 25% y 50% de fertilización. Sin embargo al no existir diferencia entre 100% y 150% se podría considerar como mejor tratamiento al de 100% de fertilización y al no existir diferencia entre 25% y 50% se podría considerar como segundo mejor tratamiento al de 25% de fertilización.

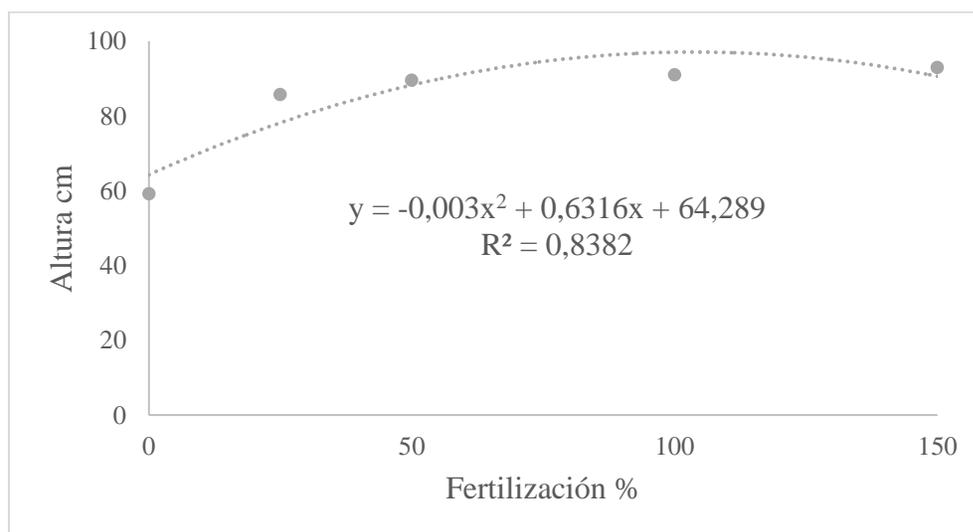


Figura 6. Regresión lineal del porcentaje de fertilización para la variable altura de planta

La regresión lineal muestra que los resultados se ajustan a una ecuación cuadrática de segundo grado con un coeficiente de correlación de 0,83. También se observa que los resultados presentan una tendencia hacia los rendimientos decrecientes a partir del 100% de fertilización, lo que significa que esa sería la dosis máxima de fertilizante a aplicar.

7.3. MATERIA VERDE

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable materia verde

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p valor
Bloque	0,66	3	0,22	0,18	0,9099 ns
Días	1025,06	1	1025,06	837,25	<0,0001 **
Fertilización	546,26	4	136,57	111,55	<0,0001 **
0 vs Resto	511,98	1	511,98	418,18	<0,0001 **
25; 50 vs 100; 150	32,91	1	32,91	26,88	<0,0001 **
25 vs 50	0,7	1	0,7	0,57	0,457 ns
100 vs 150	0,68	1	0,68	0,56	0,461 ns
Días*Fertilización	97,96	4	24,49	20	<0,0001 **
Error	33,06	27	1,22		
Total	1703	39			
CV %	7,72				

Se observa que existe diferencia altamente significativa entre los factores de estudio y su interacción por lo que se aceptan las hipótesis H_A y H_B . Sin embargo, para el factor “fertilización” solo se observa diferencia altamente significativa entre los contrastes 0 versus resto y 25; 50 versus 100; 150. Valores que son respaldados por un coeficiente de variación de 7,72%.

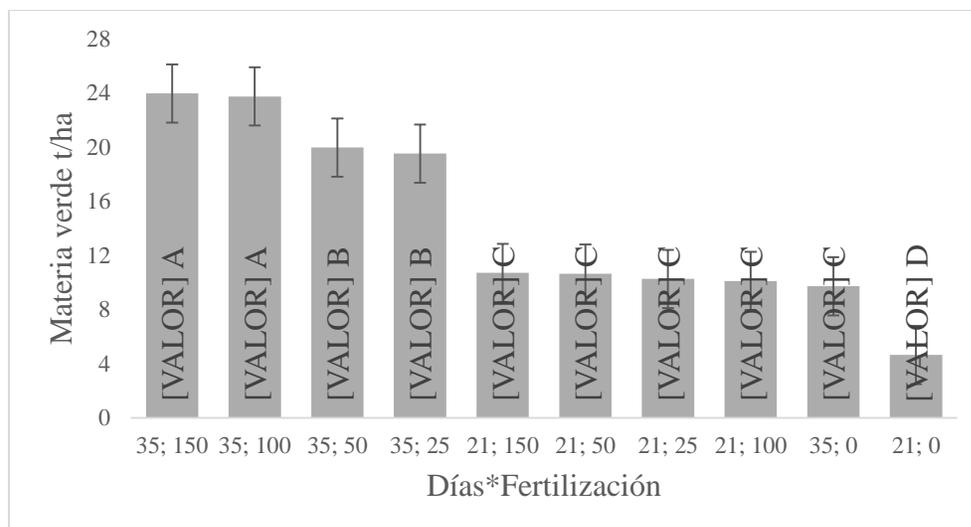


Figura 7. Prueba de Tukey de la interacción de los factores de investigación para la variable materia verde

La prueba de Tukey al 5% muestra que los mejores tratamientos fueron los de 35 días de descanso con fertilización, donde, los mejores porcentajes de fertilización fueron el de 150% y 100% con producciones de 23,99 y 23,76 t/ha de MV, seguidos por los de 50% y 25% con producciones de 19,99 y 19,54 t/ha de MV. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Arteaga, 2016) donde obtuvo las mayores producciones a los 35 días con fertilizante, esto se debe a que posiblemente en ese periodo la pastura se aproxima a su madurez fisiológica, donde la pastura deja de crecer debido al sombreado de sus hojas basales y macollos (Cardona citado por Contreras, 2006) y gracias a la humedad que existió en el suelo se pudo absorber agua y fertilizante que son factores limitantes para la producción de follaje (Harris; Cuesta *et al.*, citados por Rincón *et al.*, 2008).

Además estos resultados se encuentran dentro del rango del rendimiento del pasto *Brachiaria brizantha* mencionado por (León, 2008) y también dentro del rango de materia verde producida por la leguminosa (León, 2008). Sin embargo, se debería realizar una medición por separado para una mejor comparación.

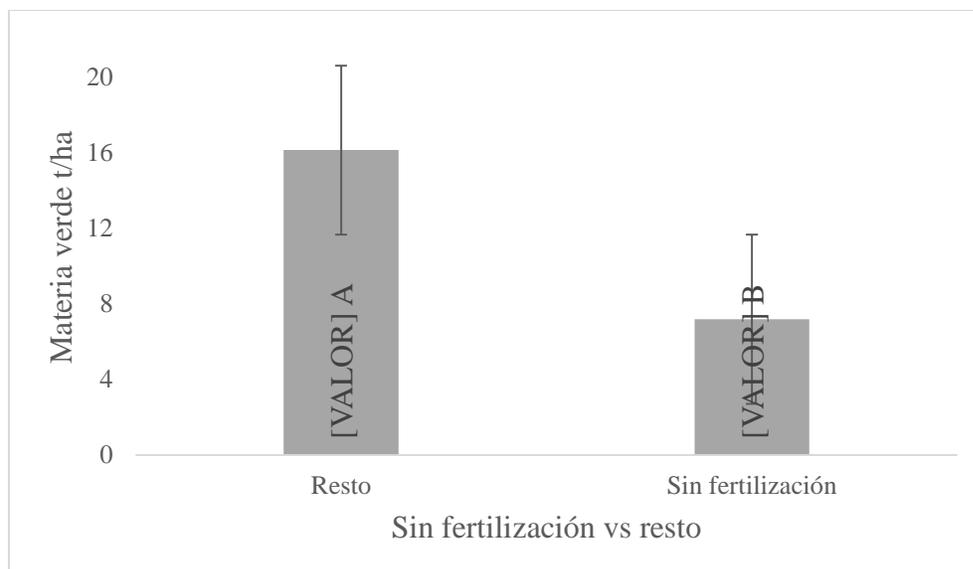


Figura 8. Contraste ortogonal entre los tratamientos sin fertilización, versus el resto de tratamientos para la variable materia verde

El contraste ortogonal muestra que los tratamientos con fertilización fueron mejores que los tratamientos sin fertilización, por lo que se corrobora la aceptación de hipótesis H_B . Esto significa que la humedad que existió en el suelo permitió la absorción del fertilizante.

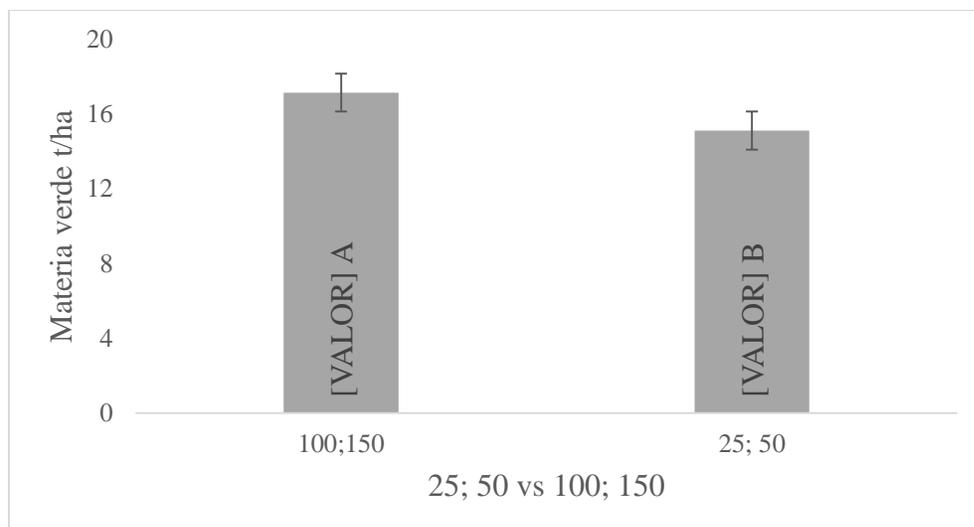


Figura 9. Contraste ortogonal entre los tratamientos con 25% y 50% de fertilización versus los tratamientos con 100% y 150% de fertilización para la variable materia verde

El contraste ortogonal muestra que los tratamientos con 100% y 150% de fertilización fueron mejores que los tratamientos con 25% y 50% de fertilización. Sin embargo al no existir diferencia entre 100% y 150% se podría considerar como mejor tratamiento al de 100% de fertilización y al no existir diferencia entre 25% y 50% se podría considerar como segundo mejor tratamiento al de 25% de fertilización.

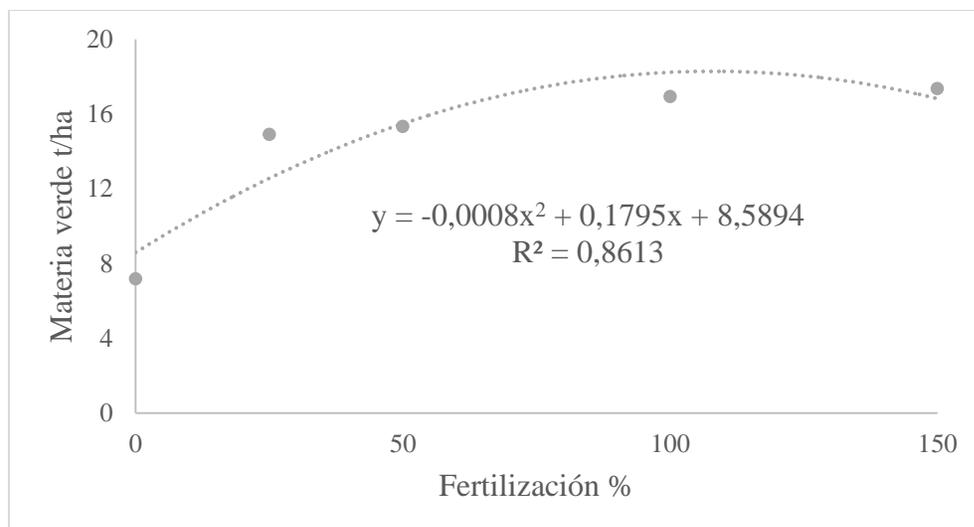


Figura 10. Regresión lineal del porcentaje de fertilización para la variable materia verde

La regresión lineal muestra que los resultados se ajustan a una ecuación cuadrática de segundo grado con un coeficiente de correlación de 0,86. También se observa que los resultados presentan una tendencia hacia los rendimientos decrecientes a partir del 100% de fertilización, lo que significa que esa sería la dosis máxima de fertilizante a aplicar.

7.4. PORCENTAJE DE MATERIA SECA

Tabla 17

Análisis de varianza para la variable porcentaje de materia seca

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p valor
Bloque	11	3	3,67	1,55	0,2252ns
Días	448,9	1	448,9	189,38	<0,0001**
Fertilización	6,15	4	1,54	0,65	0,6327ns
Días*Fertilización	50,35	4	12,59	5,31	0,0027**
Error	64	27	2,37		
Total	580,4	39			
CV %	7,78				

Se observa que existe diferencia altamente significativa para el factor “días de descanso” y para la interacción por lo que se acepta la hipótesis H_A. Además se observa que no existe diferencia significativa para el factor “fertilización” por lo que se rechaza la hipótesis H_B y se acepta la hipótesis H_C. Valores que son respaldados por un coeficiente de variación de 7,78%.

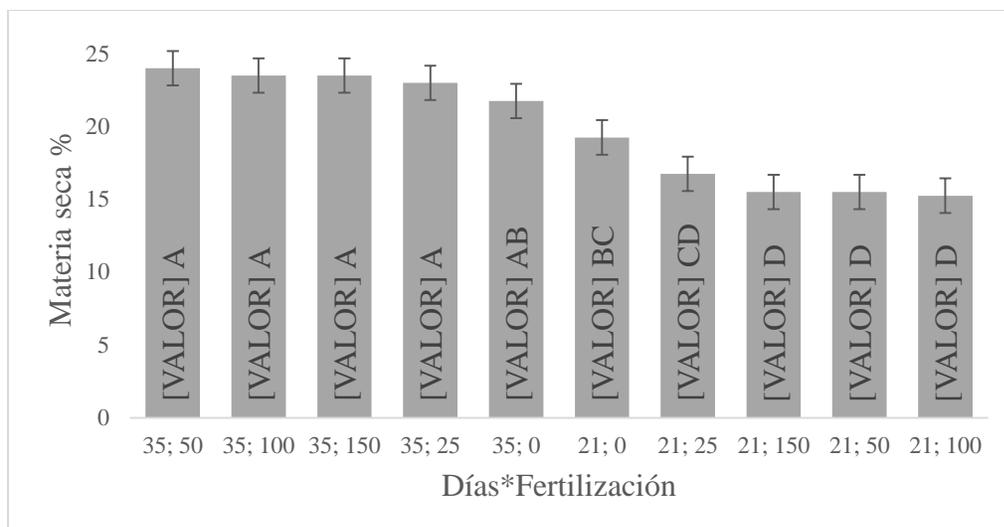


Figura 11. Prueba de Tukey de la interacción de los factores de investigación para la variable porcentaje de materia seca

La prueba de Tukey al 5% muestra que los mejores tratamientos fueron los de 35 días de descanso con 25%, 50%, 100% y 150% de fertilización, donde, no se muestra diferencia significativa entre ellos. Esto se debe a que posiblemente a los 35 días la pastura alcanza su madurez fisiológica y que con un 25% de fertilización logra su máxima producción de forraje (Aguirre y Cardona citados por Contreras, 2006). Además debido a que se obtiene porcentajes de entre 23% y 24% de MS se puede decir que es una pastura de buena calidad (León, 2008).

7.5. PORCENTAJE DE PROTEINA CRUDA

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable porcentaje de proteína cruda

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p valor
Bloque	250,07	9	27,79	41,85	<0,0001**
Días	158,8	1	158,8	239,19	<0,0001**
Fertilización	83,27	4	20,82	31,35	<0,0001**
0 vs Resto	47,74	1	47,74	71,91	<0,0001**
25; 50 vs 100; 150	30,81	1	30,81	46,41	<0,0001**
25 vs 50	0,3	1	0,3	0,46	0,5048ns
100 vs 150	4,41	1	4,41	6,64	0,0151ns
Días*Fertilización	8	4	2	3,01	0,0334*
Error	19,92	30	0,66		
Total	269,99	39			
CV %	6,08				

Se observa que existe diferencia altamente significativa entre los factores de estudio y su interacción por lo que se aceptan las hipótesis H_A y H_B . Sin embargo, para el factor “fertilización” solo se observa diferencia altamente significativa entre los contrastes 0 versus resto y 25; 50 versus 100; 150. Valores que son respaldados por un coeficiente de variación de 6,08%.

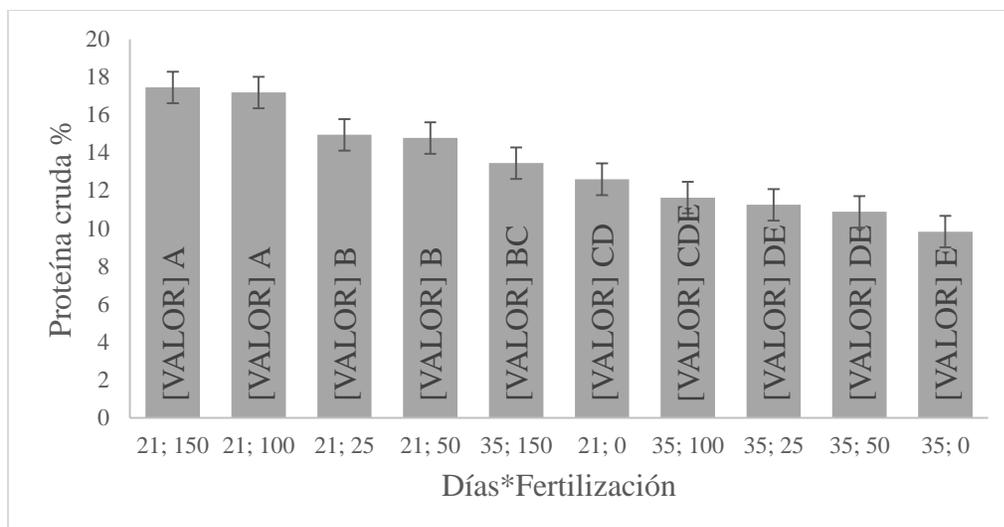


Figura 12. Prueba de Tukey de la interacción de los factores de investigación para la variable porcentaje de proteína cruda

La prueba de Tukey al 5% muestra que los mejores tratamientos fueron los de 21 días de descanso con 150% y 100% de fertilización con 17,45% y 17,18% de PC, seguidos por los tratamientos de 21 días con 25% y 50% de fertilización con 14,95% y 14,78% de PC. Esto se debe a que a los 21 días existe mayor contenido proteico debido a que es una pastura tierna que aun no moviliza nutrientes hacia las partes basales (Lyons *et al.*, 2001). Además con la fertilización especialmente nitrogenada existe un aumento en el contenido proteico (Guerrero citado por Cerdas, 2011). Los tratamientos de 35 días con 25% y 100% de fertilización obtuvieron 11,25% y 11,63% de PC valores que se encuentran dentro del rango para *B. brizantha* mencionado por León (2008).

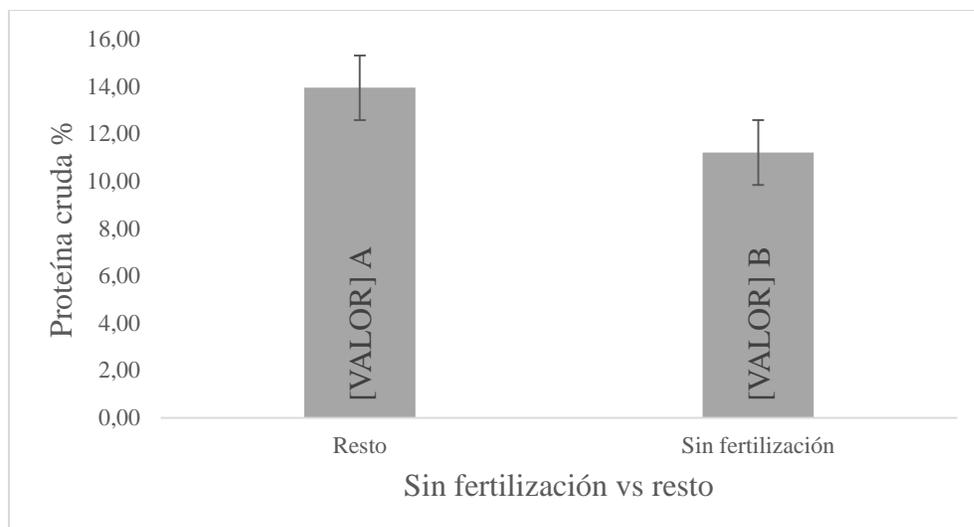


Figura 13. Contraste ortogonal entre los tratamientos sin fertilización versus el resto de tratamientos para la variable porcentaje de proteína cruda

El contraste ortogonal muestra que los tratamientos con fertilización fueron mejores que los tratamientos sin fertilización, por lo que se corrobora la aceptación de la hipótesis H_B . Esto significa que la humedad que existió en el suelo permitió la absorción del fertilizante.

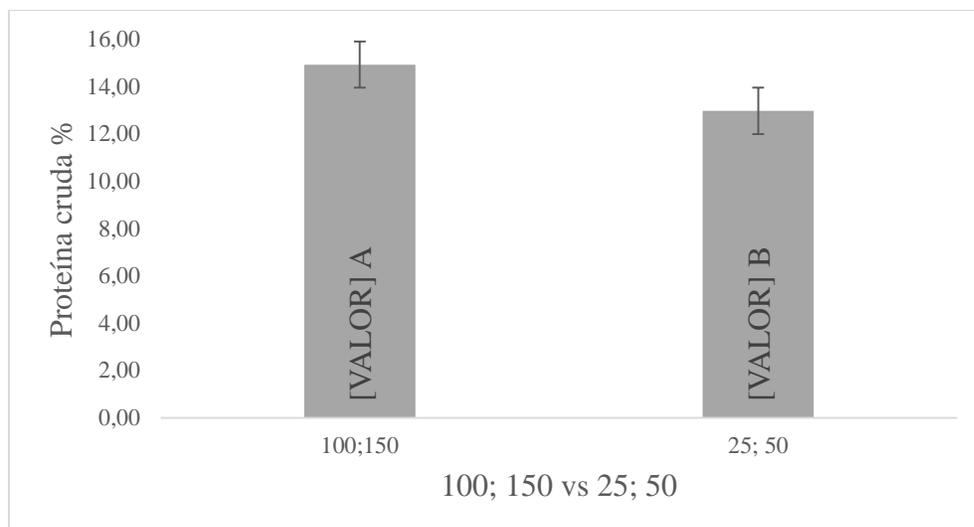


Figura 14. Contraste ortogonal entre los tratamientos con 25% y 50% de fertilización versus los tratamientos con 100% y 150% de fertilización para la variable porcentaje de proteína cruda

El contraste ortogonal muestra que los tratamientos con 100% y 150% de fertilización fueron mejores que los tratamientos con 25% y 50% de fertilización. Sin embargo al no existir diferencia entre 100% y 150% se podría considerar como mejor tratamiento al de 100% de fertilización y al no existir diferencia entre 25% y 50% se podría considerar como segundo mejor tratamiento al de 25% de fertilización.

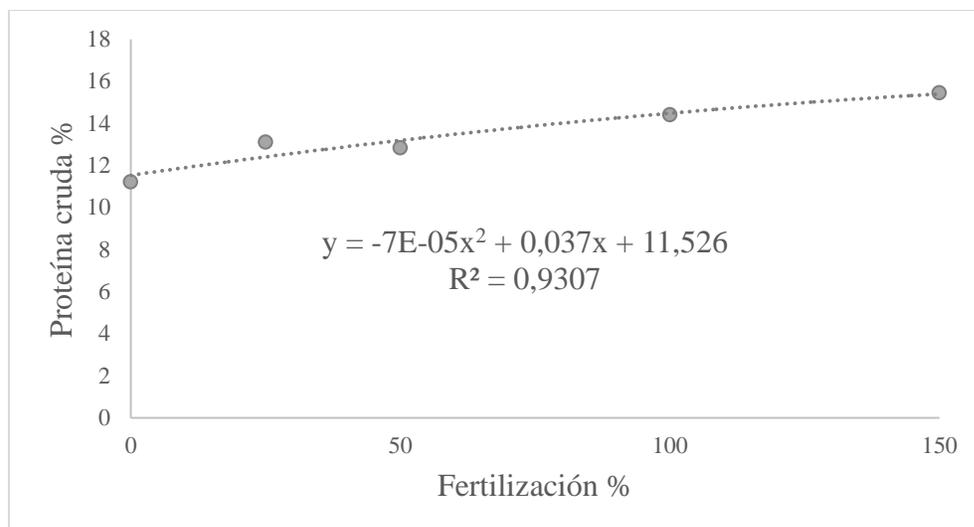


Figura 15. Regresión lineal del porcentaje de fertilización para la variable porcentaje de proteína cruda

La regresión lineal muestra que los resultados se ajustan a una ecuación cuadrática de segundo grado con un coeficiente de correlación de 0,86.

VIII. CONCLUSIONES

El periodo de descanso de 35 días produjo los mejores rendimientos para todas las variables, excepto para “proteína cruda” donde el mejor fue el de 21 días.

Los porcentajes de fertilización que ofrecieron los mejores resultados fueron los de 100% y 150%, donde, no existió diferencia significativa entre ellos. Los segundos mejores fueron los niveles de 25% y 50% de fertilización que tampoco tuvieron diferencia significativa entre sí. Debido a esto, se establece como mejor el nivel de 100% de fertilización y como segundo mejor el nivel de 25%.

El mejor tratamiento del ensayo fue el de 35 días de descanso con 100% de fertilización, con resultados de 23,76t/ha de MV; 23,5% de MS y 11,63% de PC. Seguido por el tratamiento de 35 días con 25% de fertilización con 19,54 t/ha de MV; 23% de MS y 11,25% de PC, que son valores correspondientes a una pastura de buena calidad.

El período de descanso y la fertilización si afectan a la producción de forraje en la época seca. Sin embargo, con un periodo de descanso de 35 días y con un fraccionamiento del 25% de la fertilización se logra mantener la producción en niveles adecuados.

IX. RECOMENDACIONES

Establecer para la mezcla forrajera en estas condiciones un período de descanso de 35 días con una fertilización de 57,5 kg/ha de nitrógeno, 13,3 kg/ha de fósforo y 63 kg/ha de potasio equivalentes al 25% del requerimiento de según Bernal y Espinosa.

Repetir el ensayo utilizando los periodos de descanso de 20, 25, 30 y 35 días y los porcentajes de fertilización de 0, 25, 50, 75 y 100% para una mejor comprensión de los datos sobre todo de la curva de regresión y correlación.

Realizar ensayos comparativos en cada época pero en diferentes meses para determinar si las fluctuaciones climáticas mensuales tienen alguna influencia sobre los resultados.

Realizar un análisis bromatológico completo para determinar la influencia de la fertilización sobre cada componente del valor nutritivo.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, J. J. (2016). *Producción y calidad forrajera de la mezcla Brachiaria Brizantha- pueraria phaseoloides a dos edades de descanso con fertilización*. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sede Santo Domingo. Recuperado el 10 de 09 de 2016
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I., . . . Pinargote, E. (2008). *Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de Brachiaria en diferentes edades de cosecha*. Área de Pastos- Forrajes y Rumiología, Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado el 26 de 09 de 2016, de http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_articulo_5.pdf
- Benavides, M. F., Nieuwenhuys, A., Villanueva, C., Ibrahim, M., Tobar, D., & Robalino, J. (2013). *Evaluación de la condición de pasturas de Brachiaria Brizantha y su impacto económico en la producción ganadera en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica*. Escuela de postgrado. Programa de Ganadería y Manejo del Ambiente (GAMMA. Maestría de socio economía ambiental- CATIE, Turrialba, Costa Rica. Recuperado el 23 de 09 de 2016, de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7250/Evaluacion_de_la_condicion_de_pasturas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernal, J., & Espinosa, J. (2003). *Manual de nutrición y fertilización de pastos*. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Recuperado el 25 de 09 de 2016, de https://www.academia.edu/6676325/MANUAL_DE_NUTRICION_Y_FERTILIZACION_DE_PASTOS
- Cabalceta, G. (1999). *Fertilización y Nutrición de Forrajes de Altura*. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Recuperado el 25 de 06 de 2017, de http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_239.pdf
- Calistro, E. (2012). *Cálculo práctico de forraje disponible*. La Estanzuela, Uruguay. Recuperado el 16 de 09 de 2016, de <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/161-
Calculo_Forraje_Disponible.pdf

- Cerdas, R. (2011). *Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica*. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales, XII () 109-128. Recuperado el 17 de 09 de 2016, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622581007>
- Chacón, E., Marchena, H., Rodríguez, J., & Alvarado, A. (2000). *El uso de leguminosas en sistemas de producción con bovinos de doble propósito en Venezuela. Technical report. Universidad central de Venezuela*. Maracay, Venezuela. Recuperado el 22 de 09 de 2016, de http://www.avpa.ula.ve/eventos/ii_simposio_pastca2006/07.pdf
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1982). *Adaptación y requerimiento de fertilización de Brachiaria*. Obtenido de Adaptación y requerimiento de fertilización de Brachiaria: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/18394.pdf
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1982). *Manual para la Evaluación Agronómica, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales*. (J. M. Toledo, Ed.) Cali, Colombia. Recuperado el 16 de 09 de 2016, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Forrajes_Tropicales/pdf/Books/split/Manual_Evaluacion.pdf
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (1984). *Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Perú, 1-5 de octubre*. Cali, Colombia. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAV965.pdf
- CIMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada*. México D. F., México: CIMMYT. Recuperado el 14 de 09 de 2016, de <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/22246.pdf>

- CINA. (2015). *Laboratorio de Bromatología de Forrajes*. Costa Rica. Recuperado el 15 de 09 de 2016, de <http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-10-28-20-54-43/laboratorio-de-bromatologia>
- Contreras, F. (2006). *Comportamiento de la Brachiaria decumbens en pastoreo en la época lluviosa, en el área Integrada del Departamento de Santa Cruz*. Santa Cruz: Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Recuperado el 23 de 07 de 2017, de http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/Tesis%20CONTRE-RAS%20FAUSTO-20101028-154641.pdf
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Cazanoves, F., González, L., Tablada, M., Guzmán, W., & Robledo, C. (2001). *Infostat. Software estadístico*. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. Recuperado el 09 de 02 de 2017, de <http://infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=37>
- FAO. (2010). *Índice de pastizales. Un catálogo de búsqueda de pasto y leguminosas forrajeras*. FAO. Recuperado el 17 de 09 de 2016, de <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/data/pf000058.htm>
- FAOSTAT. (2015). *Dirección de estadística de la Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación Y la Agricultura*. Recuperado el 25 de 09 de 2016, de Faostat: www.faostat3.fao.org
- González, M. R., Anzúles, S. A., Vera, Z. A., & Riera, B. L. (1997). *Manual de pastos tropicales para la Amazonía ecuatoriana*. Napo, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Napo Payamino, Programa de Ganadería Bovina y Pastos. Recuperado el 22 de 09 de 2016, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2432>
- González, B. (2002). *Manual de Pastos para la Cuenca del Lago de Maracaibo. Trabajo de Ascenso a Titular. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia*. Venezuela.
- Gordón, R., & Camargo, I. (2015). *Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Recuperado el 14 de 09 de 2016, de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v26n1/a06v26n1.pdf>

- INAMHI. (2015). *Anuario meteorológico (52-2012)*. Quito, Ecuador. Recuperado el 23 de 09 de 2016, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Litoral Sur, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. (2006). *Muestreo de suelos para análisis químico con fines agrícolas*. Guayaquil, Ecuador: (Plegable no. 272). Recuperado el 17 de 09 de 2016, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2025>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. 2004 – 2013*. Recuperado el 25 de 09 de 2016, de <http://app.sni.gob.ec/web/menu/>
- León, R. (2008). *Pastos y Forrajes. Producción y Manejo*. Quito, Ecuador: Segunda edición. Ediciones Científicas Agustín Alvarez A. Cía. Ltda.
- Lyons, R., Machen, R., & Forbes, T. (2001). *¿Por qué cambia la calidad del forraje de los pastizales?* Texas: Agrolife Extension. texas A & M System . Recuperado el 30 de 09 de 2016, de http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87063/pdf_1488.pdf?sequence=1
- Maldonado, J. C., & Ruíz, A. J. (2016). *Efecto de la aplicación de cuatro dosis de biol de estiercol de cerdo y tres edades de corte sobre la producción y calidad forrajera de la asociación Brachiaria brizantha - Pueraria phaseoloides*. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Sede Santo Domingo. Recuperado el 12 de 09 de 2016, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10770>
- Merkel, A. (10 de 11 de 2017). *CLIMATE-DATA.ORG*. Obtenido de <https://es.climate-data.org/region/55/>
- Moronta, F. (1982). *Composicion botanica y el valor nutritivo de praderas de B. decumbens sola y en mezcla con P. phaseoloides bajo dos sistemas de siembra*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. Recuperado el 23 de 09 de 2016, de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/18399.pdf

- Navara, G. d. (10 de 11 de 2017). *Navara.es*. Obtenido de <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>
- Orozco, E. (2005). *Bancos Forrajeros*. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_b_forrajeros_04.pdf
- Palacios, D. I. (2015). *Efecto de tres alturas y edades de corte de una mezcla forrajera (Brachiaria brizantha-Pueraria phaseoloides) en la parroquia Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Recuperado el 16 de 09 de 2016, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10229>
- Pérez, O. (2014). *Eficiencia de uso de nitrógeno en pasturas de Panicum maximum y Brachiaria sp. solas y asociadas con Pueraria phaseoloides en la altillanura colombiana*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 26 de 09 de 2016, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/46432/1/780219.2014.pdf>
- Perrin, K. R., Winkelmann, D. L., Moscardi, E. R., & Anderson, J. R. (1976). *Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México D. F. Recuperado el 14 de 09 de 2016, de <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/22246.pdf>
- Peters, M., Horacio, L. F., Schmidt, A., & Hincapié, B. (2010). *Especies Forrajeras Multipropósito. Opciones para Productores del Trópico Americano*. CIAT. Cali. Recuperado el 18 de 09 de 2016, de http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/Especies_Forrajeras_Multiproposito_2011_www.pdf
- Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque*. Guatemala. Recuperado el 13 de 09 de 2016, de <http://www.geocities.ws/mrhdz/pparciales.PDF>
- Rincón, A., Ligarreto, G., & Garay, E. (2008). *Producción de forraje en los pastos Brachiaria decumbens cv. Amargo y Brachiaria brizantha cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del*

- pedemonte llanero colombiano*. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 61(1), 4336-4346. Recuperado el 18 de 09 de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a10v61n1.pdf>
- Rojas, S., Olivares, J., Jiménez, R., & Hernández, E. (2005). *Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico*. España: REDVET.Revista electrónica de Veterinaria; Vol 6, No 5. Recuperado el 26 de 09 de 2016, de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505/050509.pdf>
- Romero, L. (2014). *Pasturas templadas y tropicales*. XXI CURSO INTERNACIONAL DE LECHERIA PARA PROFESIONALES DE AMERICA LATINA. Recuperado el 23 de 09 de 2016, de <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/pasturastt.pdf>
- Ruiloba, M. (1990). *Bancos de kudzu como fuente de proteína para la producción de leche en Panama. Pasturas Tropicales*. Panamá. Recuperado el 10 de 02 de 2017, de http://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/1990-vol12-rev1-2-3/Vol12_rev1_90_art9.pdf
- Sierra, J. Ó. (2005). *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de https://books.google.com.ec/books?id=rbezH_RPHVYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Trópicos. org. (s.f.). *Missouri Botanical Garden*. Recuperado el 20 de 09 de 2016, de <http://www.tropicos.org>